

Optical recording/reproducing method and optical recording medium

Publication number: CN1672202

Publication date: 2005-09-21

Inventor: TAKASHI KIKUKAWA (JP); JUNJI TOMINAGA (JP); TAKAYUKI SHIMA (JP); AKIHIRO TACHIBANA (JP); HIROSHI FUJI (JP); JOOHO KIM (JP)

Applicant: TDK CORP (JP)

Classification:

- international: B41M5/26; G11B7/0045; G11B7/24; G11B7/242; G11B7/243; G11B7/254; G11B7/257; B41M5/26; G11B7/00; G11B7/24; (IPC1-7): G11B7/24; G11B7/004

- European: G11B7/0045H; G11B7/242; G11B7/243; G11B7/257

Application number: CN20038017344 20030624

Priority number(s): JP20020183498 20020624; JP20030041921 20030219

Also published as:

- EP1555666 (A1)
- WO2004001735 (A)
- US2006250916 (A1)
- JP2004087073 (A)

[Report a data error](#)

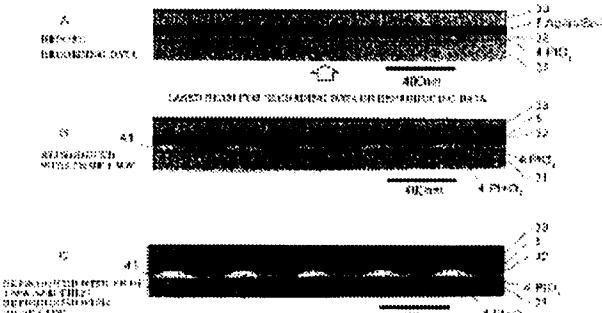
Abstract not available for CN1672202

Abstract of corresponding document: EP1555666

A recording mark train is formed in an optical recording medium including a noble metal oxide layer by decomposing a noble metal oxide and deforming the noble metal oxide layer. Noble metal particles are irreversibly deposit in the noble metal oxide layer formed with the recording mark train and a laser beam for reproducing data is irradiated onto the thus deposited noble metal particles, thereby reading the recording mark train. The recording mark train includes at least one recording mark having a length shorter than $0.37 \lambda / NA$ wherein λ is the wavelength of the laser beam and NA is an optical system for irradiating the laser beam.

According to the present invention, in the case of recording and reproducing a recording mark having a size smaller than the resolution limit or a recording mark having a size equal to or larger than the resolution limit but close to the resolution limit in this manner, a high reproduction output can be obtained and a high reproduction durability can be achieved for each of the all recording marks in the recording mark train.

FIG. 14



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G11B 7/24

G11B 7/004



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03817344.1

[43] 公开日 2005 年 9 月 21 日

[11] 公开号 CN 1672202A

[22] 申请日 2003.6.24 [21] 申请号 03817344.1

[30] 优先权

[32] 2002.6.24 [33] JP [31] 183498/2002

[32] 2003.2.19 [33] JP [31] 041921/2003

[86] 国际申请 PCT/JP2003/007974 2003.6.24

[87] 国际公布 WO2004/001735 日 2003.12.31

[85] 进入国家阶段日期 2005.1.20

[71] 申请人 TDK 株式会社

地址 日本东京都

共同申请人 独立行政法人产业技术综合研究所

日本先锋公司 夏普株式会社

三星日本株式会社

[72] 发明人 菊川隆 富永淳二 岛隆之 橘昭弘

藤 宽 金朱镐

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商

标事务所

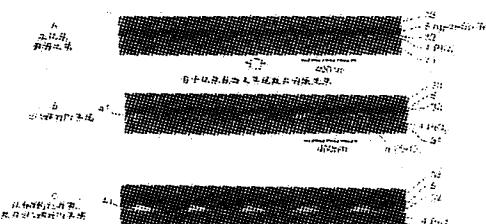
代理人 付建军

权利要求书 2 页 说明书 30 页 附图 14 页

[54] 发明名称 光学地记录和再现数据的方法和光学记录媒体

[57] 摘要

通过分解贵金属氧化物并使贵金属氧化物层变形，在包括贵金属氧化物层的光学记录媒体中形成记录标记串。贵金属颗粒不可逆地淀积在以记录标记串形成的贵金属氧化物层中，并且将再现数据的激光束辐射在由此淀积的贵金属颗粒上，由此读取记录标记串。记录标记串包括具有短于 $0.37 \lambda / NA$ 的长度的至少一个记录标记，其中 λ 是激光束的波长，NA 是辐射激光束的光学系统。根据本发明，在以这种方式记录和再现具有小于分辨率极限的尺寸的记录标记或具有等于或大于该分辨率极限但接近该分辨率极限的尺寸的记录标记的情况下，可以获得高再现输出，并且对于在记录标记串中的所有的记录标记中的每个记录标记，可以实现高再现持久性。



1. 一种在光学记录媒体中记录数据和从其中再现数据的方法，该方法通过将用于记录数据的激光束辐射到光学记录媒体上并形成记录标记串来记录数据，以及通过使用具有数值孔径 NA 的光学系统将具有波长 λ 的用于再现数据的激光束辐射到该光学记录媒体上并读取记录标记串来再现数据，

该光学记录媒体包括包含贵金属氧化物的贵金属氧化物层，

该记录标记串通过分解贵金属氧化物并使贵金属氧化物层变形而形成，并且包括具有短于 $0.37\lambda/NA$ 的长度的至少一个记录标记，以及该记录和再现数据的方法包括如下的步骤：将贵金属颗粒不可逆地沉积在贵金属氧化物层中并将用于再现数据的激光束辐射到由此沉积的贵金属颗粒上，由此读取记录标记串。

2. 根据权利要求 1 的记录和再现数据的方法，其中贵金属氧化物层包含氧化银、氧化铂和氧化钯中的至少一种。

3. 根据权利要求 1 的记录和再现数据的方法，其中光学记录媒体进一步包括第一电介质层和第二电介质层以将贵金属氧化物层夹在其间。

4. 根据权利要求 3 的记录和再现数据的方法，其中光学记录媒体进一步包括包含金属和/或准金属作为主要成分的光吸收层，以及沉积该光吸收层和贵金属氧化物层以将第二电介质层夹在其间。

5. 根据权利要求 4 的记录和再现数据的方法，其中光吸收层至少包含 Sb 和/或 Te。

6. 根据权利要求 4 的记录和再现数据的方法，其中光学记录媒体进一步包括第三电介质层，以及沉积该第三电介质和第二电介质层以将光吸收层夹在其间。

7. 根据权利要求 6 的记录和再现数据的方法，其中光学记录媒体进一步包括包含金属和/或准金属作为主要成分的反射层，以及沉积该反射层和光吸收层以将第三电介质层夹在其间。

8. 一种包括贵金属氧化物层的光学记录媒体，该贵金属氧化物层包含贵金属氧化物，而且该贵金属氧化物由氧化铂和/或氧化钯构成。

光学地记录和再现数据 的方法和光学记录媒体

技术领域

本发明涉及一种光学地记录和再现数据的方法及其光学记录媒体，该方法能够记录和再现具有几乎等于由光的衍射所确定的分辨率极限或小于该分辨率极限的尺寸的记录标记。

背景技术

在使用激光束的数据再现方法中，通常存在由光的衍射所确定的分辨率极限。激光束的波长 λ 和物镜的数值孔径 NA 确定了分辨率极限。由于截止空间频率是 $2NA/\lambda$ ，因此如果其空间频率等于或短于 $2NA/\lambda$ （线性对/纳米）则可以读取包括记录标记和在其长度彼此相等的相邻记录标记之间的间隔的记录标记串。在这种情况下，对应于可读的空间频率的记录标记（间隔）的长度如下。

$$\lambda / 4 NA = 0.25 \lambda / NA$$

换句话说，通过读取包括其排列间距短于 $0.5 \lambda / NA$ 的记录标记和包括具有短于 $0.25 \lambda / NA$ 的长度的记录标记的记录标记串，不可能获得再现的信号。因此，为了读取以高密度记录在光学记录媒体中的信号，由于减小激光束的波长 λ 或者增加物镜的数值孔径 NA 比较有效，因此为减小激光束的波长 λ 或增加物镜的数值孔径 NA 已经作了许多研究。

在另一方面，分别从减小分辨率极限的研究中，已经提出了各种超分辨率再现技术用于读取具有短于分辨率极限的长度的记录标记。例如，提出了如下方案：通过响应激光束的辐射提供用于产生孔径等的层，实质地增加在媒体中的物镜的数值孔径 NA。

此外，例如，在 Jpn.J.Appl.Phys.Vol.39 (2000) pp.980 至 981 中，描述了利用近场光的超分辨率技术。在这个出版物中公开的光盘

适合于使用近场光记录和再现数据。通过从记录和再现数据的光的光入射平面以如下顺序层叠聚碳酸脂衬底、具有 170 纳米的厚度的 ZnS-SiO₂ 层、具有 15 纳米的厚度的 AgOx 层（读出层）、具有 40 纳米的厚度的 ZnS-SiO₂ 层、具有 15 纳米的厚度的 Ge₂Sb₂Te₅ 层（记录层）、具有 20 纳米的厚度的 ZnS-SiO₂ 层构造光盘。光盘的记录层由 Ge₂Sb₂Te₅ 构成。因此，结晶的记录标记形成在这个光盘的非晶记录层中。

在上述的出版物中，通过如下过程读取记录标记：记录具有短于分辨率极限的长度的记录标记，在记录记录标记之后将激光束辐射到 AgOx 层上，由此将 AgOx 分解为 Ag 和 O₂ 以产生 Ag 探头，以及在 Ag 探头周围产生近场光。在再现数据之后移动激光束，Ag 和 O₂ 彼此反应以形成 AgOx。即 Ag 探头的产生是可逆的。实际上，根据这种技术，使用具有 635 纳米的波长的激光束和具有 0.60 的数值孔径的光学系统可以读取包括 200 纳米的长度的记录标记的记录标记串（分辨率极限的间距：530 纳米；分辨率极限的标记长度：265 纳米）。这时，读取功率是 2.5mW 并且线性速度是 6.0m/sec。然而，在使用这种超分辨率技术读取记录标记时，在再现信号的载波噪声比（CNR）（它是信号强度的一个量度）较小并且不实用。此外，由于在读出层中产生探头的读取功率相对较高，因此没有形成记录标记的记录层的区域的非晶部分易于结晶。因此，记录标记因重复读取操作而劣化，换句话说，记录标记的再现持久性不够高。

发明内容

因此本发明的一个目的是记录和再现包括具有几乎等于由光的衍射所确定的分辨率极限或小于该分辨率极限的尺寸的记录标记的记录标记串，由此从所有的记录标记中获得高再现输出并且实现记录标记的高再现持久性。

本发明的上述目的可以通过下面的（1）至（8）中界定的本发明实现。

（1）一种在光学记录媒体中记录数据和从其中再现数据的方法，

该方法通过将用于记录数据的激光束辐射到其中并形成记录标记串将数据记录在光学记录媒体中，以及通过使用具有数值孔径 NA 的光学系统将具有波长 λ 的用于再现数据的激光束辐射到其中并读取记录标记串从光学记录媒体中再现数据，

该光学记录媒体包括包含贵金属氧化物的贵金属氧化物层，

该记录标记串通过分解贵金属氧化物并使贵金属氧化物层变形而形成，并且包括具有短于 $0.37\lambda/NA$ 的长度的至少一个记录标记，以及

记录和再现数据的方法包括如下的步骤：将贵金属颗粒不可逆地沉积在贵金属氧化物层中并将再现数据的激光束辐射到由此沉积的贵金属颗粒中，由此读取记录标记串。

(2) 根据(1)的记录和再现数据的方法，其中贵金属氧化物层包含氧化银、氧化铂和氧化钯中的至少一种。

(3) 根据(1)或(2)的记录和再现数据的方法，其中光学记录媒体进一步包括第一电介质层和第二电介质层以将贵金属氧化物层夹在其间。

(4) 根据(3)的记录和再现数据的方法，其中光学记录媒体进一步包括包含金属和/或准金属作为主要成分的光吸收层，以及沉积该光吸收层和贵金属氧化物层以将第二电介质层夹在其间。

(5) 根据(4)的记录和再现数据的方法，其中光吸收层至少包含 Sb 和/或 Te。

(6) 根据(4)或(5)的记录和再现数据的方法，其中光学记录媒体进一步包括第三电介质层，以及沉积该第三电介质和第二电介质层以将光吸收层夹在其间。

(7) 根据(6)的记录和再现数据的方法，其中光学记录媒体进一步包括包含金属和/或准金属作为主要成分的反射层，以及沉积该反射层和光吸收层以将第三电介质层夹在其间。

(8) 一种包括贵金属氧化物层的光学记录媒体，该贵金属氧化物层包含贵金属氧化物，而且贵金属氧化物由氧化铂和/或氧化钯构

成。

附图说明

附图 1A 所示为根据本发明的光学记录媒体的优选实施例的横截面视图。附图 1B 和 1C 是附带的照片而不是图形，每个照片显示了薄膜结构，并且是说明在附图 1A 中所示的光学记录媒体的横截面的发射电子显微镜照片，其中附图 1B 所示为在其中记录数据并使用具有 1mW 的功率的激光束再现数据之后的薄膜结构的照片，以及附图 1C 所示为在其中记录数据并使用具有 4mW 的功率的激光束再现数据、然后使用具有 1mW 的功率的激光束再现数据之后的薄膜结构的照片。附图 2 所示为根据本发明的光学记录媒体的另一优选实施例的横截面视图。

附图 3 所示为根据本发明的光学记录媒体的进一步的优选实施例的横截面视图。附图 4 所示为根据本发明的光学记录媒体的再一优选实施例的横截面视图。附图 5 所示为根据本发明的光学记录媒体的再一优选实施例的横截面视图。附图 6 所示为在记录标记的长度和 CNR 之间的关系的曲线图。附图 7 所示为在记录标记的长度和 CNR 之间的关系的曲线图。附图 8 所示为在记录标记的长度和 CNR 之间的关系的曲线图。附图 9 所示为在读取次数和 CNR 之间的关系的曲线图。附图 10 所示为在读取次数和 CNR 之间的关系的曲线图。附图 11 所示为在读取次数和 CNR 之间的关系的曲线图。附图 12 所示为在记录标记的长度和 CNR 之间的关系的曲线图。附图 13 所示为在反射层的厚度和 CNR 之间的关系的曲线图。附图 14A 所示为根据本发明的光学记录媒体的优选实施例的横截面视图。附图 14B 和 14C 是附带的照片而不是图形，每个照片显示了薄膜结构，并且是说明在附图 14A 中所示的光学记录媒体的横截面的发射电子显微镜照片，其中附图 14B 所示为在其中记录数据并使用具有 1mW 的功率的激光束再现数据之后的薄膜结构的照片，以及附图 14C 所示为在其中记录数据并使用具有 4mW 的功率的激光束再现数据然后使用具有 1mW 的功率的激光束再现数据之后的薄膜结构的照片。附图 15 所示为在记录标记的长度

和 CNR 之间的关系的曲线图。附图 16 所示为在记录标记的长度和 CNR 之间的关系的曲线图。

具体实施方式

本发明的发明人发现，在如下的情况下通过利用超分辨率再现的原理可以获得具有高 CNR 的再现信号并改善记录标记的再现持久性：在包括贵金属氧化物层的光学记录媒体中，在使用贵金属氧化物层作为记录层的情况下，记录具有小于分辨率极限的尺寸的记录标记或具有大于分辨率极限但接近在贵金属氧化物层中的分辨率的尺寸的记录标记，由此在其中记录数据并使用具有等于或高于阈值的读出功率的激光束再现数据。

附图 1A 所示为光学记录媒体的优选实施例的横截面视图，根据本发明记录和再现数据的方法可用于该光学记录媒体。通过以如下的顺序在衬底（未示）上形成第一电介质层 31、贵金属氧化物层 4、第二电介质层 32、光吸收层 5 和第三电介质层 33 构造光学记录媒体。贵金属氧化物层 4 由 AgO_x 构成，这里 x 等于 1，光吸收层 5 由 Ag-In-Sb-Te 合金构成，第一电介质层 31、第二电介质层 32 和第三电介质层 33 中的每个由 ZnSiO_2 构成。记录数据或再现数据的激光束通过衬底辐射到贵金属氧化物层 4 和光吸收层 5 上。

通过使用具有 0.60 的数值孔径 NA 的光学系统将 635 纳米的波长的激光束辐射到其中，其间距是 400 纳米（标记长度是 200 纳米）的记录标记串记录在光学记录媒体的特定的轨道上。在记录功率级（10mW）和偏压功率级（1mW）之间调制记录数据的激光束的功率。即，激光束的记录功率设置在 10mW。然后，使用其读出功率 P_r 被设定到 1mW 或 4mW 的激光束再现数据并测量再现信号的 CNR。结果，在读出功率 P_r 被设定到 1mW 的情况下，不能测量 CNR，但是在读出功率 P_r 被设定到 4mW 的情况下，CNR 是 41dB，很高。在这种情况下，由于分辨率极限间距是 530 纳米，并且分辨率极限标记长度是 265 纳米，因此可以理解，根据本发明，通过利用这种超分辨率再现的原理可以实现比常规的超分辨率再现方法高得多的 CNR 的再

现信号。

在附图 14A 中所示的光学记录媒体具有与在附图 1A 中所示的光学记录媒体的结构相同的结构，但除了贵金属氧化物层 4 由 PtO_y 构成之外，这里 y 等于 2。除了记录功率级被设置到 10.5mW 之外，在与如附图 1A 中所示的光学记录媒体中用于记录数据的条件相同的条件下，在由此构成的记录媒体中记录数据，以及测量再现信号的 CNR。结果，虽然在将读出功率 Pr 设定到 1mW 的情况下没有测量到 CNR，但是在读出功率 Pr 被设定到 4mW 的情况下可以实现具有等于或高于 40dB 的 CNR 的再现信号。

附图 1B 所示为在使用其读出功率被设定到 1mW 的激光束从其中再现数据之后在附图 1A 中所示的光学记录媒体的横截面的发射电子显微镜（TEM）照片。此外，附图 1C 所示为在使用其读出功率级（值）被设定到 4mW 的激光束从其中再现数据、然后使用其读出功率级（值）被设定到 1mW 的激光束从其中再现数据之后该光学记录媒体的横截面的 TEM 照片。此外，附图 14B 所示为在使用其读出功率级（值）被设定到 1mW 的激光束从其中再现数据之后在附图 14A 中所示的光学记录媒体的横截面的发射电子显微镜（TEM）照片。附图 14C 所示为在使用其读出功率级（值）被设定到 4mW 的激光束从其中再现数据、然后使用其读出功率级（值）被设定到 1mW 的激光束从其中再现数据之后该光学记录媒体的横截面的 TEM 照片。在这些附图中所示的每个横截面与记录轨道（即记录标记串）基本平行。

从附图 1B 中可以清楚看出，在将数据记录在光学记录媒体之前在存在 AgO_x 层的区域上通过以记录数据的激光束辐射形成孔隙，孔隙的横截面的形状周期性地变化，并且孔隙的形状的变化周期对应于记录标记的排列间距。因此，可以合理地得出凸区（以相对较高的孔隙形成的区域）对应于以其功率被设定到记录功率级（值）的激光束辐射的区域（记录标记），以及凹区（以相对较低的孔隙形成的区域）对应于以其功率被设定到偏置功率级（值）的激光束辐射的区域（间隔）。此外，少数的 Ag 颗粒 40 沉积在每个孔隙中。此外，虽然光吸

收层 5 的相位在记录数据之前是非晶相，但是在记录数据之后在其上记录了数据的轨道的整个区域上光吸收层 5 结晶化。

从附图 1C 中可以清楚看出，在使用其读出功率被设定到 4mW 的激光束再现数据之后没有观测到在记录数据时形成的每个孔隙的轮廓的变化，但在每个孔隙中的 Ag 颗粒 40 的数量显著地变化。换句话说，可以看到通过以再现数据的激光束淀积 Ag 颗粒。在此，虽然 Ag 颗粒 40 没有均匀地分布，但是没有观测到由于 Ag 颗粒的分布的不均匀性引起的再现信号的遗漏。

在另一方面，从附图 14B 和 14C 中可以看到，即使在贵金属氧化物层 4 由 PtOy 构成的情况下，在贵金属氧化物层 4 中形成了对于记录标记的空腔。此外，可以看出，在这些情况下，在对应于间隔的区域上实质没有形成任何孔隙并且对于记录标记的每个孔隙的轮廓变得更加清晰。此外，从附图 14B 和 14C 中可以看出，在贵金属氧化物层 4 由 PtOy 构成的情况下，即使在使用其读出功率被设定到高功率（即 4mW）的激光束再现数据时仍然不容易改变每个 Pt 颗粒的形状和颗粒尺寸和 Pt 颗粒的淀积密度。

基于上述的结果，下文考虑数据的记录机理。在数据要记录在光学记录媒体中时，即其功率被设定到记录功率级（值）的激光束辐射到其上时，在由 AgOx 构成的贵金属氧化物层 4 中 AgOx 被分解为 Ag 和 $x/2^*O_2$ ，并且光吸收层 5 结晶。在要记录数据时产生的氧气在贵金属氧化物层 4 中膨胀，由此使贵金属氧化物层 4 变形并朝上推第二电介质层 32 和光吸收层 5。此外，在由 PtOy 构成的贵金属氧化物层 4 中，发生了类似的分解。结果，第二电介质层 32 弯曲以便在其功率被设定到记录功率级（值）的激光束辐射的区域上在附图 14B 和 14C 中朝上辐射，并且在其功率被设定到记录功率的激光束辐射的区域上的光吸收层 5 变得比其周围的光吸收层 5 更薄，由此该区域作为记录标记。可以认为，氧气被封装在每个孔隙中。为了根据这种机理将数据记录在光学记录媒体中，需要执行如下的两个过程：即要求将贵金属氧化物分解为贵金属和 O_2 ，和通过贵金属氧化物的分解产生的氧

气使贵金属氧化物层 4 变形，由此使第二电介质层 32 和光吸收层 5 变形。由于在记录数据时由典型的相变材料构成的光吸收层 5 完全结晶，因此这种记录机理不同于在相变型光学记录媒体中的记录机理，在这种相变型光学记录媒体中基于在晶相和非晶相之间的反射率的差检测记录标记。

然后，下文考虑数据的再现机理。从附图 1C 中可以清楚看出，通过使用超分辨率极限再现的原理淀积大量的 Ag 颗粒 40。如附图 1B 所示，在将数据记录在光学记录媒体中时通过将 AgOx 分解为 Ag 和 $x/2 \cdot O_2$ 产生的一部分 Ag 凝结以形成 Ag 颗粒 40。虽然不能从附图 1B 中证实，但是可以认为没有凝结以形成 Ag 颗粒 40 的 Ag 以超细颗粒的形式附着到每个孔隙的壁表面。在这种状态下，在具有等于或高于预定级（值）的功率的再现数据的激光束辐射在光学记录媒体上时，Ag 的超细颗粒凝结并且每个具有使用 TEM 可观测的尺寸的 Ag 颗粒淀积。可以认为，由此淀积的 Ag 颗粒成为散射近场光的探头，并类似地用作在上述的 Jpn.J.Appl.Phys.Vol.39 (2000) pp.980 至 981 中描述的 Ag 探头以将近场光转换为传播光，由此实现根据超分辨率极限再现的原理再现数据。

在附图 1B 和 1C 中，由于记录标记长度和间隔长度是 200 且较短，因此由在记录标记上的氧气的产生引起的贵金属氧化物层 4 的变形影响了间隔，由此在对应于间隔的区域上形成了孔隙。然而，在具有更长的记录标记长度和间隔长度的记录标记串被记录在光学记录媒体中时，发现没有孔隙在贵金属氧化物层 4 中以该间隔形成，并且在记录标记上的孔隙的高度恒定。

在本发明中，通过激光束辐射以前淀积在贵金属氧化物层 4 中的每个孔隙中的贵金属颗粒在再现数据之后不消失。因此，在重复再现数据时不需要进一步淀积贵金属氧化物颗粒。然而，由于发现在使用如附图 1C 所示的具有 4mW 的读出功率的激光束已经再现数据之后在激光束的读出功率降低到 1mW 时，不能测量到 CNR，在重复数据再现时需要辐射具有根据超分辨率极限再现的原理能够再现数据的功率

的激光束。

在此，通过再现数据的激光束辐射淀积贵金属颗粒不是绝对必要的，并且在再现数据之前激光束可以将激光束辐射在光学记录媒体上以淀积贵金属颗粒。

此外，在附图 1B 和 1C 中所示的实例中，虽然在记录数据时少数的贵金属颗粒淀积，但是在记录数据时可以淀积更大量的贵金属颗粒。例如，如附图 14B 和 14C 所示，在记录数据时可以淀积大量的贵金属颗粒以使在随后用于数据再现等将激光束辐射在光学记录媒体上时几乎不改变贵金属颗粒的淀积密度。此外，在随后用于数据再现等的激光束辐射到光学记录媒体上时，在记录数据时淀积的贵金属颗粒的颗粒尺寸和晶体结构可以被改变。

在利用超分辨率极限的原理记录数据或再现数据时，优选将激光束的入射方向设定成使通过贵金属氧化物层 4 透射的激光束辐射到光吸收层 5 上。在通过由金属和/或准金属构成的光吸收层 5 将激光束辐射到贵金属氧化物层 4 上的情况下，由于激光束从光吸收层 5 反射或被吸收在其中，因此需要增加激光束的功率，并且存在损坏光吸收层 5 的危险。此外，在光吸收层 5 由相变材料构成的情况下，如果激光束直接辐射在光吸收层 5 上而不通过贵金属氧化物层 4 传输它，则非晶相或结晶相的记录标记有时形成在光吸收层 5 中，而在贵金属氧化物层 4 中没有形成任何记录标记。在这种情况下，根据本发明的记录和再现机理不能工作。

在此，本发明可用于没有包括光吸收层 5 的光学记录媒体。在这种情况下，在记录数据或再现数据时激光束从光学记录媒体的任一侧辐射。

日本专利 No.3157019 和日本专利 No.3071243 每个都公开了包括由氧化银构成的记录层的光学记录媒体，该光学记录媒体被构造成通过记录数据的激光束的辐射使氧化银分解为 Ag 和 O₂，由此在记录层中形成空腔。这些光学记录媒体中的每个都类似于本发明所应用的光学记录媒体，其中在记录数据时在氧化银层中形成空腔。然而，它们

根本没有提及形成具有接近分辨率极限的尺寸的小的记录标记。此外，在这些专利的每个专利中公开的工作实例中具有 780 纳米的波长并且其功率被设定到 0.5mW 的激光束用于数据再现，但因为使用其功率设定到这样低功率级（值）的激光束不可能淀积 Ag 颗粒，因此不可能使用超分辨率极限再现的原理再现数据。

在将信息记录在光学记录媒体中时，基于通过数据调制码比如 EFM 等调制的信号调制其功率的激光束辐射到光学记录媒体上和在其记录轨道上包括不同的长度的记录标记的记录标记串上。本发明具有如下良好的技术优点，在再现具有小于 $0.25\lambda/NA$ 的尺寸的记录标记的情况下，可以实现具有更高的 CNR 的再现信号。此外，根据本发明，在再现具有比分辨率极限更大但接近分辨率极限的尺寸的记录标记的情况下，可以提高再现信号的 C/N 比。根据本发明，在再现具有短于 $0.37\lambda/NA$ （特别是 $0.28\lambda/NA$ ）的长度的记录标记的情况下，可以显著地提高再现信号的 C/N 比。因此，在形成包括具有这种长度的记录标记的记录标记串的情况下本发明特别有效。

在此，在记录标记的长度太短的情况下，由于即使在应用本发明时仍然难以实现具有较高的 C/N 比的再现信号，因此优选将本发明应用到再现包括具有等于或短于 $0.05\lambda/NA$ （特别是 $0.09\lambda/NA$ ）的长度的记录标记的记录标记串的情况。

在本发明中，在再现数据之前或者至少在第一次再现数据时，需要将贵金属氧化物分解，由此在贵金属氧化物层中形成空腔并且不可逆地淀积贵金属颗粒。如果记录功率和/或读出功率太低，则这种记录和再现机理不能以理想的方式起作用，不能实现具有较高的 CNR 的再现信号。在另一方面，如果记录功率和/或读出功率太高，则光学记录媒体的持久性受到不利的影响和损坏。因此，记录功率和读出功率存在最佳值。

然而，在使用具有较大的数值孔径的光学系统将具有较短的波长的激光束辐射到光学记录媒体上时，由于在激光束点内的能量的密度增加，因此即使激光束的功率相同，在根据激光束的波长和光学系统

的数值孔径记录数据或再现数据时激光束对贵金属氧化物层产生不同的影响。此外，在构成光学记录媒体的相应的层比如贵金属氧化物层、光吸收层等的成分或厚度不同时，即使激光束的功率相同，在记录数据或再现数据时由此对贵金属氧化物层也产生不同的影响。

因此，在本发明中，实验地确定激光束的记录功率和读出功率以便获得具有较高的 CNR 的再现信号。在本发明中，优选实现具有等于或高于 25dB 的 CNR 的再现信号，更为优选的是获得具有等于或高于 40dB 的 CNR 的再现信号。

下文详细地解释根据本发明的记录和再现数据的方法可应用到其中的光学记录媒体。

具有如附图 2 所示的结构的光学记录媒体

附图 2 示出了本发明的光学记录媒体的优选实施例。光学记录媒体包括在衬底上以这个顺序的第一电介质层 31、贵金属氧化物层 4、第二电介质层 32、光吸收层 5 和第三电介质层 33。

贵金属氧化物层 4

在记录数据之前，贵金属氧化物层 4 包含贵金属氧化物，优选的是贵金属氧化物层 4 基本由贵金属氧化物构成。

贵金属氧化物层 4 可以包含两种或更多种贵金属氧化物。在这种情况下，贵金属氧化物层可以具有单层结构或多层结构，在多层结构中多个层的每个包含至少一种贵金属氧化物。然而，在贵金属氧化物层包含两种或更多种贵金属氧化物的情况下，在记录数据时两种或更多种贵金属氧化物有时不全部同时分解，并且在再现数据时两种或更多种贵金属氧化物有时不全部凝结，由此记录和再现特性不利地受到影响。因此，优选的是贵金属氧化物层包含一种贵金属氧化物。

在本发明可使用的贵金属的种类没有特别的限制，因为上述的记录和再现机理可与贵金属的种类无关地运行。然而，从容易形成其氧化物、其氧化物的稳定性和使用可见光产生近场光的效率的观点看，优选使用从由铂、银和钯组成的组中选择的至少一种贵金属，更为优选的是，使用银和/或铂。此外，特别优选的是使用铂以获得具有更高

的 CNR 的再现信号并增加记录标记的再现持久性。

在使用由 PtOy 代表的氧化铂的情况下，优选值 y 满足如下的关系以再现较小的记录标记以获得具有较高的 CNR 的再现信号。

$0.5 \leq y$ ，更为优选的是，

$1 \leq y$

然而，如果值 y 太大，由于通过再现具有比分辨率极限更长的长度的记录标记获得的信号的 CNR 变低，因此值 y 优选满足如下的关系以再现包括具有各种长度的记录标记的记录标记串并获得具有较高的 CNR 的再现信号。

$4 \leq y$ ，更为优选的是，

$y < 3$

此外，PtOy 的组分影响记录标记的再现持久性。因此，优选值 y 满足如下的关系以提高具有短于分辨率极限的长度的记录标记的再现持久性，换句话说，防止在反复再现数据时降低 CNR。

$1 \leq y$ ，

优选值 y 满足如下的关系以提高具有长于分辨率极限的长度的记录标记的再现持久性。

$2 < y$

在使用由 AgOx 氧化物代表的银的情况下，优选值 x 满足如下的关系以再现较小的记录标记以获得具有较高的 CNR 的再现信号。

$0.5 \leq x \leq 1.5$ ，更为优选的是，

$0.5 \leq x \leq 1$

由于如果值 x 太小则难以实现具有较高的 CNR 的再现信号，并且在另一方面如果值 x 太大则 AgOx 变得不稳定，因此记录标记的存储持久性和再现持久性易于降低。

在使用由 PdOz 代表的氧化钯的情况下，优选值 z 满足如下的关系以再现较小的记录标记以获得具有较高的 CNR 的再现信号。

$1.0 \leq z \leq 1.5$

如果值 z 太小，则难以获得具有较高的 CNR 的再现信号。在另

一方面，如果值 z 超过 1.5，则考虑到薄膜形成工艺难以形成氧化钯层。

例如使用荧光 X-射线分析可以测量贵金属氧化物层 4 的成分。

贵金属氧化物层 4 的厚度优选 1 至 30 纳米，更为优选的是 2 至 20 纳米。在贵金属氧化物层 4 太薄的情况下，难以形成贵金属氧化物层 4 作为连续膜并且难以获得稳定的记录和再现特性。在另一方面，在贵金属氧化物层 4 太厚的情况下，不可能获得具有较高的 CNR 的再现信号。

具有通过从在附图 2 中所示的光学记录媒体中删除光吸收层 5 获得的结构（在附图 5 中所示）的光学记录媒体落入本发明的范围。在具有这种结构的光学记录媒体中，在激光束辐射到其中时贵金属氧化物层 4 的温度不容易增加，结果，难以获得具有足够高的 CNR 的再现信号。因此，优选将贵金属氧化物层 4 形成得更厚并增加在没有包括光吸收层 5 的光学记录媒体中的光吸收系数。具有这种结构的光学记录媒体的贵金属氧化物层 4 的厚度优选为 20 至 100 纳米。在这种情况下，如果贵金属氧化物层 4 太厚，则贵金属氧化物层 4 变得不稳定并且记录标记的再现持久性易于降低。

形成贵金属氧化物层 4 的过程没有特别的限制，并且贵金属氧化物层 4 可以使用物理气相沉积（PVD）处理比如溅射处理、气相沉积处理等或化学气相沉积（CVD）处理形成。在这些方法中，优选通过使用贵金属靶和氧气作为反应气体通过反应溅射处理形成贵金属氧化物层 4。

光吸收层 5

光吸收层 5 用于在再现数据时吸收激光束并被加热，由此加热在其附近的贵金属氧化物层 4，并促进贵金属的沉积。由于贵金属氧化物层 4 相对于用于记录数据或再现数据的激光束具有较高的透明度并且不容易被加热，因此难以获得具有足够高的 CNR 的再现信号，除非提供了光吸收层。

光吸收层 5 被构造成容易通过激光束辐射加热。这可以通过增加光吸收层 5 的吸收系数或降低光吸收层 5 的热系数实现。此外，在本

发明中，由于根据上述的机理需要形成空腔，由此形成记录标记，因此优选光吸收层 5 容易变形以容易形成空腔。

作为形成光吸收层 5 的可用的材料，优选使用包含金属或至少一种元素或包含从由金属和准金属组成的组中选择的两种或更多种元素的合金（包括金属间化合物）的材料，特别优选的是，使用至少包含 Sb 和/或 Te 的合金，因为在形成这种合金的光吸收层 5 的情况下容易实现光吸收层 5 的上述的特性。

至少包含 Sb 和/或 Te 的合金优选具有由下式表示的组分：



在公式 I 中，元素 M 代表除了 Sb 和 Te 之外的元素，a 和 b 每个都代表原子比。可取的是，a 和 b 是：

$$0 \leq a \leq 1,$$

$$0 \leq b \leq 0.25$$

在表示元素 M 的含量的 b 太大的情况下，光吸收层 5 所要求的上述的特性容易变得不够。对元素 M 没有特别的限制，但是优选元素 M 是从 In, Ag, Au, Bi, Se, Al, P, Ge, H, Si, C, V, W, Ta, Zn, Ti, Sn, Pb, Pd 和稀土元素 (Sc, Y 和镧系元素) 组成的组中选择的至少一种元素。

称为相变记录材料的合金包括在具有通过公式 I 表示的组分的合金中。相变记录材料是用作被构造成利用在晶相和非晶相的相变记录材料之间的反射率之差读处于非晶相或晶相的记录标记的光学记录媒体的记录材料的合金。然而，光吸收层 5 不用作利用处于晶相的相变记录材料和处于非晶相的相变记录材料之间的反射率之差的相变型记录层。

在光吸收层 5 由相变记录材料构成并且处于非晶相的情况下，仅仅短记录标记记录在贵金属氧化物层 4 中时，由于在记录数据时热扩散进光吸收层 5 的表面引起光吸收层 5 在记录标记的方向上连续结晶，换句话说，光吸收层 5 在间隔之间结晶，因此在再现数据时不存在问题。然而，在更长的间隔形成在贵金属氧化物层 4 中时，在间隔的中心附近光吸收层 5 有时仍然处于非晶态。由于在再现数据时仍然处于

非晶态的光吸收层 5 的区域有时结晶，因此由于该区域的结晶化引起再现信号有时失真。

为了防止再现信号因仍然处于非晶态的光吸收层 5 而失真，因此优选在将数据记录在贵金属氧化物层 4 中之前使光吸收层 5 的整个区域结晶化。通过与在相变型光学记录媒体中的记录层的整个表面的结晶操作类似地将激光束辐射到其中可以使光吸收层 5 的整个区域结晶化。然而，在光吸收层 5 的整个区域要结晶时，需要设置处理条件以使在贵金属氧化物层 4 中贵金属氧化物不被分解。

由于在光吸收层 5 太薄的情况下难以确保足够的光吸收系数，而在它太厚的情况下光吸收层 5 不容易变形，因此优选形成光吸收层 5 使其具有 2 至 200 纳米的厚度，更为优选的是形成它使其具有 10 至 100 纳米的厚度。

对形成光吸收层 5 的处理没有特别的限制，但通过上述的 PVD 处理或 CVD 处理可以形成光吸收层 5。

电介质层 31、32、33

提供第一电介质层 31 用于在其表面中记录数据或再现数据时传递自贵金属氧化物层 4 传递的热量，由此保护衬底 2 并控制光学记录媒体的反射率。提供第二电介质层 32 用于提高再现信号的 CNR 并保护贵金属氧化物层 4。提供第三电介质层 33 用于保护光吸收层 5。由于要求第二电介质层 32 在记录数据时响应在贵金属氧化物层 4 中的空腔的形成而变形，因此优选形成第二电介质层 32 使其容易变形。

可以适当地确定第一电介质层 31、第二电介质层 32 和第三电介质层 33 每个的厚度以实施其功能。第一电介质层 31 优选被形成为具有 10 纳米至 300 纳米的厚度，第二电介质层 32 优选被形成为具有等于或大于 5 纳米并小于 100 纳米的厚度，更为优选的是形成为具有 10 纳米至 60 纳米的厚度，以及第三电介质层 33 优选被形成为具有 10 纳米至 200 纳米的厚度。在第二电介质层 32 太厚或太薄的情况下，根据超分辨率极限再现的原理获得的再现信号的 CNR 会变低。

作为可用于形成第一电介质层 31、第二电介质层 32 和第三电介

质层 33 每个的电介质材料，优选使用包含从 Si、Ge、Zn、Al、稀土元素等中选择的至少一种金属或准金属的化合物。作为化合物，优选氧化物、氮化物或硫化物，也可以使用包含这些化合物中的两种或更多种的混合物。然而，为了形成第二电介质层 32 以使其容易变形，氮化物比如氮化硅对于形成第二电介质层 32 不是优选的。

由树脂形成的保护层形成在第三电介质层 33 的表面上以保护光学记录媒体。此外，在光吸收层 5 由相变材料构成的情况下，优选提供第三电介质层 33。然而，不绝对需要提供第三电介质层 33，并且由树脂形成的保护层可以形成为与光吸收层 5 接触。

对形成第一电介质层 31、第二电介质层 32 和第三电介质层 33 每个的处理没有特别的限制，它们可以通过上述的 PVD 处理或 CVD 处理形成。

衬底 2

提供衬底 2 以确保光学记录媒体的刚性。衬底 2 的厚度通常为 0.2 至 1.2 毫米，优选 0.4 至 1.2 毫米。衬底 2 通常形成有凹槽（导槽）以用于跟踪。

在本发明中，从第一电介质层 31 至第三电介质层 33 的层以与附图 2 所示的顺序相反的顺序层叠在衬底上。

在从衬底 2 的一侧辐射激光束的情况下，衬底 2 由光透射材料形成。形成衬底 2 的材料可以根据衬底 2 所要求的刚性、透明度等从各种材料比如树脂、玻璃、金属、陶瓷等中选择。

具有在附图 3 中所示的结构的光学记录媒体

在附图 3 中所示的光学记录媒体具有这样的结构：反射层 6 形成在附图 2 所示的光学记录媒体的第三电介质层 33 上。在提供反射层 6 的情况下，用于记录或再现数据的激光束从在附图 3 中的底侧撞击在光学记录媒体上。

在没有反射层 6 的光学记录媒体中通过提供反射层 6 可以增加具有比分辨率极限更长的长度的记录标记的再现输出，通过在光吸收层 5 和第三电介质层 33 之间的界面的所有光都通过光学记录媒体朝它

的外部透射。因此，在不利用近场光通过检测经由光学记录媒体透射的光读记录标记的情况下，即在不利用超分辨率极限再现的原理而是普通地再现的记录标记的情况下，不能增加再现信号的 CNR。相反，在提供反射层 6 的情况下，由于利用了在从第三电介质层 33 和反射层 6 之间的界面反射的光和在从其它的界面反射的光之间的干涉效应，因此可以认为，通过检测经光学记录媒体透射的光，可以增加通过再现具有可再现的尺寸的记录标记获得的信号的 CNR。

然而，如果反射层 6 被形成得更厚，由于从反射层 6 反射由此通过光学记录媒体并返回到光学拾取头的光的强度变得更高，并且从在贵金属氧化物层 4 中的通过光学记录媒体并反射到光学拾取头的近场光转换的光的强度变得相对更低，因此通过根据超分辨率极限再现的原理再现要再现的小记录标记获得的再现信号的 CNR 变得更低。因此，优选的是设定反射层 6 的厚度以从较大的记录标记和较小的记录标记的每个中获得具有足够高的 CNR 的再现信号。具体地，反射层 6 的厚度根据形成反射层 6 的材料实验地确定，但优选设定反射层 6 的厚度为 1 至 100 纳米，特别优选的是设定为 2 至 15 纳米。

反射层 6 可由 Al, Au, Ag, Pt, Cu, Ni, Cr, Ti, Si 等的金属或准金属的单质或包含上述的金属或准金属的两种或更多种的合金形成。

形成反射层 6 的处理没有特别的限制，反射层 6 可以通过上述的 PVD 处理或 CVD 处理形成。

具有在附图 4 中所示的结构光学记录媒体

在附图 4 中所示的光学记录媒体具有这样的结构：在附图 2 中所示的光学记录媒体的第一电介质层 31 和贵金属氧化物层 4 之间形成沉淀活化层 7。

贵金属氧化物颗粒的沉积温度根据形成与贵金属氧化物层 4 接触的层的材料变化。在另一方面，从再现持久性的观点看，优选根据超分辨率极限再现的原理将再现数据的激光束的功率设置得更低。因此，优选提供用于降低贵金属氧化物颗粒的沉积温度以便与贵金属氧化物层 4 接触的层。这个层优选被形成为具有使光学记录媒体及其热平衡

的总设计不被破坏的厚度。沉淀活化层 7 是用于以这种方式提高再现灵敏度的层，通过提供沉淀活化层 7，使用具有比在不提供沉淀活化层 7 的情况下使用的读出功率更低的读出功率的激光束，可以获得具有较高的 CNR 的再现信号。

优选由氮化硅形成沉淀活化层 7，并使其例如具有 2 至 20 纳米的厚度。

对形成沉淀活化层 7 的处理没有特别的限制，可以使用上述的 PVD 处理或 CVD 处理形成沉淀活化层 7。

在附图 3 中所示的反射层 6 和沉淀活化层 7 可以一起提供。

具有在附图 5 中所示的结构的光学记录媒体

在附图 5 中所示的光学记录媒体具有这样的结构：从在附图 2 中所示的光学记录媒体中删除光吸收层 5 和第三电介质层 33。

在这种光学记录媒体中，根据超分辨率极限再现的原理再现数据，并且可以提高再现持久性但难以实现具有较高的 CNR 的再现信号。

工作实例

在下文描述的工作实例中，使用由 Pulstec Industrial Co. Ltd. 制造的光学记录媒体评估设备“DDU1000”评价光学记录盘样例，在这种设备中提供彼此相对的低分辨率拾取头和高分辨率拾取头，其中低分辨率拾取头（分辨率极限间距是 530 纳米，分辨率极限长度是 265 纳米）被构造成使具有 635 纳米的波长 λ 的激光束从具有 0.60 的数值孔径的光学系统中发出，而将高分辨率拾取头（分辨率极限间距是 312 纳米，分辨率极限长度是 156 纳米）被构造成使具有 405 纳米的波长 λ 的激光束从具有 0.65 的数值孔径的光学系统中发出。在记录数据或再现数据时使用的线性记录速度是 6m/sec。

在这种光学记录盘评估设备中，从低分辨率拾取头发射的激光束从衬底的侧面进入贵金属氧化物层 4，而从高分辨率拾取头发出的激光束从与衬底相反的侧面进入贵金属氧化物层 4。因此，根据这种光学记录盘评估设备，在贵金属氧化物层 4 中记录的记录标记串可以通

过具有不同的分辨率的两个拾取头再现。例如，在使用具有 635 纳米的波长 λ 的激光束和具有 0.60 的数值孔径的光学系统的低分辨率拾取头再现包括其间距是 400 纳米并且每个具有 200 纳米的长度的记录标记的记录标记串的情况下，根据超分辨率极限再现的原理再现数据，而在另一方面，在使用具有 405 纳米的波长 λ 的激光束和具有 0.65 的数值孔径的光学系统的高分辨率拾取头再现该记录标记串的情况下，以普通的方式再现数据。

因此，在即使两个拾取头仍然不能测量 CNR 的情况下，认为没有形成可读的再现标记串。此外，在通过反复再现数据使 CNR 降低的情况下，意味着通过反复再现数据使记录标记消失。此外，虽然以普通的方式使用高分辨率拾取头可以再现数据，但是在再现具有这样的尺寸的记录标记的情况下：在使用低分辨率拾取头时仅根据超分辨率极限再现的原理不能再现的尺寸，在仅在使用低分辨率拾取头根据超分辨率极限再现的原理再现记录标记的情况下不能测量 CNR 时，根据超分辨率极限再现机理的原理不能再现已有的记录标记。

在下文描述的工作实例中，使用低分辨率拾取头记录数据，除非另外说明。

工作实例 1-1（具有附图 2 中所示的结构和包含 AgOx 的贵金属氧化物层的光学记录媒体）

如附图 2 所示，制造具有衬底 2、第一电介质层 31、贵金属氧化物层 4、第二电介质层 32、光吸收层 5 和第三电介质层的多层结构的光学记录盘样例。更具体地说，形成聚碳酸脂衬底（0.6 毫米）、ZnS-SiO₂ 层（130 纳米）、ZnS-SiO₂ 层（40 纳米）、Ag-In-Sb-Te 层（60 纳米）和 ZnS-SiO₂ 层（100 纳米），其中厚度在括号中示出。每个 ZnS-SiO₂ 层通过在 Ar 气的环境中使用具有以 (ZnS)₈₅ (SiO₂)₁₅ 的摩尔比表示的组分的靶通过溅射处理形成。AgOx 层通过在 10sccm 的流率的 Ar 和在 10sccm 的流率的 O₂ 的混合气体的环境中使用 Ag 靶通过溅射处理形成。由此形成的 AgOx 的值 x 等于 1。Ag-In-Sb-Te 层通过在 Ar 气中使用 Ag_{6.0}In_{4.5}Sb_{60.8}Te_{28.7}（摩尔%）的靶通过溅射处理形成。

由此制造的样例以 6m/sec 的线速度旋转并以使用低分辨率拾取头将 1.2mW 的功率的激光束连续辐射到样例的记录轨道上 3 秒钟, 由此使光吸收层 5 结晶。在此, 在下文描述的工作实例中, 在评价记录和再现特性之前使光吸收层 5 结晶, 除非另外说明。

使用其记录功率被设定到 10mW 的激光束将其间距是 200 纳米至 1.6 微米 (标记长度是 100 至 800 纳米) 的记录标记串记录在样例中。然后, 使用低分辨率拾取头和其读出功率被设定到 1mW 或 4mW 的激光束再现该记录标记串, 并测量每个再现信号的 CNR。测量结果在附图 6 中示出。

从附图 6 中可以看出, 在再现包括具有短于 400 纳米 ($0.37\lambda/NA$) 的记录标记的记录标记串时激光束的记录功率被设定到 4mW 的情况下, 显著地增加了再现信号的 CNR。具体地, 在再现包括 200 纳米的长度的记录标记的记录标记串时, 测量到 41dB 的较高的 CNR。

在此, 在光吸收层具有 $Ge_2Sb_2Te_5$ 或 $(Sb_{0.7}Te_{0.3})_{0.95}Ge_{0.05}$ 的组分 (摩尔比) 的情况下, 获得了基本相同的结果。

在附图 1B 和 1C 中所示的 TEM 照片是在如下条件下通过记录和再现记录标记获得的样例的横截面的照片: 除了在记录记录标记串之前没有使光吸收层 5 结晶之外, 与这个工作实例 1-1 的条件相同的条件。

比较实例 1 (具有附图 2 中所示的结构和在光吸收层 5 上相变型记录的光学记录媒体)

以与工作实例 1-1 相同的方式制造样例。但是, 不使光吸收层 5 结晶。

使用高分辨率拾取头将激光束从第三电介质层 33 的侧面辐射到样例上, 由此以 6mW 的记录功率记录其间距为 400 纳米 (标记长度是 200 纳米) 的记录标记串并使用高分辨率拾取头和其读出功率被设定到 0.7mW 的激光束再现该记录标记串。结果, 获得了具有 44dB 的 CNR 的再现信号。

然后, 使用低分辨率拾取头和其功率被设定到 4mW 的激光束连

续地再现记录标记串。结果，在初始阶段再现信号具有 22dB 的 CNR，但在几秒内再现信号消失。此后，虽然使用高分辨率拾取头和其读出功率被设定到 0.7mW 的激光束再现记录标记串，但仍然不能测量到再现信号的 CNR。

由于在其功率被设定到 4mW 的激光束连续地辐射时记录标记串消失，因此可以认为在比较实例 1 中在相变记录的原理中在非结晶的光吸收层中形成了结晶的记录标记，并且通过低分辨率拾取头将 Ag 颗粒淀积在贵金属氧化物层 4 中，由此根据超分辨率极限再现的原理再现了记录标记串。换句话说，在比较实例 1 中的记录和再现方法类似于其中实施相变型记录的 Jpn.J.Appl.Phys.Vol.39 (2000) pp.980 至 981 公开的方法。从比较实例 1 和工作实例 1-1 的比较中可以清楚看出，在实施相变型记录的情况下，再现信号的 CNR 较低，而且再现持久性较差。

工作实例 1-2（具有附图 2 所示的结构和包含 PtOy 的贵金属氧化物层的光学记录媒体）

除了由 PtOy 形成 4 纳米的厚度的贵金属氧化物层 4 之外，以与在工作实例 1-1 中的方式相同的方式制造样例。PtOy 层通过在 5sccm 的流率的 Ar 和在 5sccm 的流率的 O₂ 的混合气体的环境中使用 Pt 靶通过溅射处理形成。由此形成的 PtOy 的值 y 等于 2。

使用其记录功率被设定到 14mW 的激光束将其间距是 160 纳米至 1.6 微米（标记长度是 80 至 800 纳米）的记录标记串记录在该样例中。然后，使用低分辨率拾取头和其读出功率被设定到 1mW 或 4mW 的激光束再现记录标记串。数据再现的结果在附图 7 中示出。

在附图 7 中，读出功率 Pr 是 1mW 的情况下，在标记长度变得小于 400 纳米 ($0.37\lambda/NA$) 时，CNR 突然降低并且不能从具有小于分辨率极限的 200 纳米的长度的记录标记中测量 CNR。相反，在读出功率 Pr 是 4mW 的情况下，甚至从根据超分辨率极限再现的原理可以再现的足够小的记录标记中可以获得具有足够高的 CNR 的再现信号。具体地说，从具有大于 150 纳米的长度的每个记录标记中可以获得具

有高于 40dB 的 CNR 的再现信号。

比较其中由 AgO_x 形成贵金属氧化物层 4 的附图 6 和其中由 PtO_y 形成贵金属氧化物层 4 的附图 7，在其中根据超分辨率极限再现的原理能够再现数据的读出功率 Pr 是 4mW 的情况下，对于具有各种长度的所有记录标记中的每个记录标记，在附图 7 中获得的再现信号的 CNR 高于在附图 6 中获得的再现信号的 CNR。因此，氧化铂优选作为形成贵金属氧化物层 4 的贵金属氧化物。

在附图 14A、14B 和 14C 中所示的 TEM 照片是在如下条件下通过记录和再现记录标记串获得的样例的横截面的照片：除了在记录记录标记串之前没有使光吸收层 5 结晶之外，与在工作实例 1-2 中的条件相同的条件。

工作实例 1-3（具有如附图 2 所示的结构和包含 PdO_z 的贵金属氧化物层的光学记录媒体）

除了由 PdO_z 形成 4 纳米的厚度的贵金属氧化物层 4 之外，以与在工作实例 1-1 中的方式相同的方式制造样例。PdO_z 层通过在 5sccm 的流率的 Ar 和在 5sccm 的流率的 O₂ 的混合气体的环境中使用 Pd 靶通过溅射处理形成。由此形成的 PdO_z 的值 z 等于 1.10。

通过使用与高分辨率拾取头的光学系统相同的光学系统并从衬底的侧面将其记录功率被设定到 11mW 的激光束辐射到样例，将其间距是 100 纳米至 800 纳米（标记长度是 50 至 400 纳米）的记录标记串记录在该样例中，以及通过使用高分辨率拾取头通过从衬底的侧面将其读出功率被设定到 1mW 或 4mW 的激光束辐射到样例上，再现记录标记。再现的结果在附图 15 中示出。

在附图 15 中，读出功率 Pr 是 1mW 的情况下，在标记长度变得小于 200 纳米时，CNR 突然降低并且从具有小于分辨率极限的 150 纳米的长度的记录标记中基本不能测量到 CNR。相反，在读出功率 Pr 是 4mW 的情况下，甚至从根据超分辨率极限再现的原理可以再现的足够小的记录标记中可以获得具有足够高的 CNR 的再现信号。具体地说，从具有大于 100 纳米的长度的每个记录标记中可以获得具有高

于 35dB 的 CNR 的再现信号。

在此，在通过使用低分辨率拾取头并将激光束的记录功率设定到 12mW 和其读出功率设定到 4mW 在相同的样例中记录和再现数据时，通过再现具有小于 200 纳米的尺寸的记录标记获得的信号的 CNR 是 42dB。

工作实例 1-4（具有附图 2 所示的结构的光学记录媒体和基于在 PtOy 层中的氧含量的差的比较）

在形成工作实例 1-2 的光学记录媒体的 PtOy 层时通过控制流率 Ar/O₂ 的比率制造包括 PtOy 层的多个样例（其 y 值彼此不同）。在每个样例中 y 值和流率 (sccm) 的比例是：

$$y=0: \text{Ar}/\text{O}_2=10/0,$$

$$y=0.75: \text{Ar}/\text{O}_2=7.5/2.5,$$

$$y=2: \text{Ar}/\text{O}_2=5.0/5.0,$$

$$y=3: \text{Ar}/\text{O}_2=2.5/7.5$$

使用其功率被设定到它们的最佳功率的激光束将其间距是 160 纳米至 1.6 微米（标记长度是 80 至 800 纳米）的记录标记串记录在样例中，并使用低分辨率拾取头和其读出功率被设定到 4mW 的激光束再现记录标记串。数据的再现的结果在附图 8 中示出。

此外，在附图 9 和 10 中示出了在反复地再现其间距是 400 纳米（标记长度是 200 纳米）的记录标记串和其间距是 1.6λm（标记长度是 800 纳米）的记录标记串时的 CNR 变化。从附图 9 和 10 中可以看出，优选增加 y 值以提高具有各种长度的每个记录标记的再现持久性。

工作实例 1-5（具有附图 2 所示的结构的光学记录媒体和基于在 PdOz 层中的氧含量的差的比较）

在形成工作实例 1-2 的光学记录媒体的 PdOz 层时通过控制流率 Ar/O₂ 的比率制造包括 PdOz 层的多个样例（其 z 值彼此不同）。在每个样例中 z 值和流率 (sccm) 的比例是：

$$y=0.82: \text{Ar}/\text{O}_2=8.5/1.5,$$

$$y=1.10: \text{Ar}/\text{O}_2=5.0/5.0,$$

y=1.12: Ar/O₂=1.0/9.0

使用高分辨率拾取头和其功率被设定到它们的最佳功率的激光束将其间距是 200 纳米至 600 纳米（标记长度是 100 至 300 纳米）的记录标记串记录在样例中，并使用高分辨率拾取头和其读出功率被设定到 4mW 的激光束再现记录标记串。数据的再现的结果在附图 16 中示出。

从附图 16 中可以看出，优选设定 z 值等于或小于 1.0 以获得从具有小于分辨率极限的尺寸的记录标记中获得具有较高的 CNR 的再现信号。此外，发现，对 z 值的上限没有特别的限制，即使在形成这些层时在环境气体中的氧气的含量极大增加时，仍然难以获得氧化钯层，其中 z 值大于 1.5。

工作实例 1-6 (具有附图 2 所示的结构的光学记录媒体和基于 PtO_y 层和 PdO_z 层的比较)

使用低分辨率拾取头和其读出功率被设定到 4mW 的激光束，反复地再现在工作实例 1-1 中制造的并包括 AgO_x 层（其中 x 值是 1）的样例和在工作实例 1-4 中以相同的方式制造的但 PtO_y 层（其中 y 值是 3）被形成为具有 8 纳米的厚度的样例中记录的其间距是 400 纳米（标记长度是 200 纳米）的记录标记串和其间距是 1.6 微米（标记长度是 800 纳米）的记录标记串，并测量 CNR 的变化。测量的结果在附图 11 中示出。

从附图 11 中可以看出，在包括 PtO_y 层作为贵金属氧化物层 4 的样例中显著地改善了再现持久性。可以认为，这是因为在再现数据时淀积的贵金属颗粒的尺寸和形状不容易波动，并且即使在使用其功率被设定较高的激光束反复再现数据的情况下仍然较稳定。

工作实例 1-7 (具有附图 2 所示的结构的光学记录媒体和基于 PtO_y 层的厚度的比较)

除了每个样例形成由 PtO_y 构成的贵金属氧化物层 4 以使 y 值为 3 并且贵金属氧化物层 4 的厚度在 4 至 30 纳米的范围内变化之外，以与在工作实例 1-4 中的方式相同的方式制造样例。在它的最佳条件下

将其间距是 400 纳米（标记长度是 200 纳米）的记录标记串记录在由此制造的每个样例中。然后，使用低分辨率拾取头和其读出功率被设定到 4mW 的激光束再现记录标记串，并测量从每个样例中获得的再现信号的 CNR。根据厚度：CNR 在每个样例的 PtOy 的厚度和 CNR 之间的关系如下：

4 纳米： 44dB,

8 纳米： 41dB,

12 纳米： 30dB,

16 纳米： 29dB,

18 纳米： 28dB,

30 纳米： 27dB

工作实例 1-8（具有附图 2 所示的结构的光学记录媒体和基于 PdOz 层的比较）

除了每个样例形成由 PdOz 构成的贵金属氧化物层 4 以使 z 值为 1.1 并且贵金属氧化物层 4 的厚度在 2 至 15 纳米的范围内变化之外，以与在工作实例 1-5 中的方式相同的方式制造样例。在它的最佳条件下使用高分辨率拾取头将其间距是 300 纳米（标记长度是 150 纳米）的记录标记串记录在由此制造的每个样例中。然后，使用高分辨率拾取头和其读出功率被设定到 4mW 的激光束再现记录标记串，并测量从每个样例中获得的再现信号的 CNR。根据厚度，CNR 在每个样例的 PdOz 的厚度和 CNR 之间的关系如下：

2 纳米： 26dB,

4 纳米： 35dB,

10 纳米： 32dB,

15 纳米： 26dB,

工作实例 1-9（具有附图 2 所示的结构的光学记录媒体和基于形成光吸收层 5 的材料的比较）

除了光吸收层 5 由 Si、Au 或 W 形成之外，使用其记录功率被设定到 9mW 的激光束将其间距是 400 纳米（标记长度是 200 纳米）的

记录标记串记录在以与在工作实例 1-1 中的方式相同的方式制造的样例中，并使用低分辨率拾取头和其读出功率被设定到 4mW 的激光束再现记录标记串。结果，在光吸收层 5 的材料和 CNR 之间的关系如下：

Si: 19dB,

Au: 20dB,

W: 24dB

这些结果表明，在使用 Si、Au 或 W 作为形成光吸收层 5 的材料的情况下，与使用相变材料作为形成光吸收层 5 的材料相比，超分辨率极限再现特性变得更差。因为在这个工作实例的条件下构成贵金属氧化物层 4 的 AgOx 本身的吸收系数较低，光吸收层 5 的温度没有充分地增加，并且在记录数据时不分解。因此，需要提供适当的光吸收层。可以认为，不能获得足够的特性的原因在于光吸收层 5 由 Au 构成的情况下 Au 的导热性较高，热不容易传递给 AgOx 层，并且在光吸收层 5 由 Si 构成的情况下，Si 的吸收系数较低，光吸收层 5 没有充分发挥作用。此外，可以认为，在光吸收层 5 由 W 构成的情况下，虽然光吸收层 5 用作吸收光并被加热的层，但是由于 W 是一种硬质材料，因此在记录数据时可以防止在贵金属氧化物层 4 中形成空腔。

工作实例 1-10(具有附图 2 所示的结构的光学记录媒体和基于形成第二电介质层 32 的材料的比较)

除了第二电介质层 32 由氮化硅形成之外，使用其记录功率被设定到 14mW 的激光束将其间距是 400 纳米（标记长度是 200 纳米）的记录标记串记录在以与在工作实例 1-1 中的方式相同的方式制造的样例中，并使用低分辨率拾取头和其读出功率被设定到 4mW 的激光束再现记录标记串。结果，没有测量到再现信号的 CNR。

此外，在使用高分辨率拾取头和其读出功率被设定到 0.7mW 的激光束再现记录标记串。结果，没有测量到再现信号的 CNR。换句话说，通过普通再现方法不能再现数据。

由于以这种方式通过普通再现方法不能再现数据，因此可以看

出，在第二电介质层 32 由氮化硅形成的情况下，不可能形成可读的记录标记。可以认为，由于氮化硅是比在工作实例 1-1 中使用的 ZnS-SiO₂ 硬得多的材料，因此通过 AgOx 的分解产生的氧气不能在贵金属氧化物层 4 中形成用作记录标记的任何孔隙。

工作实例 1-11(具有附图 2 所示的结构的光学记录媒体和基于形成第二电介质层 32 的材料的比较)

除了第二电介质层 32 被形成为 100 纳米的厚度之外，以与在工作实例 1-1 中的方式相同的方式制造的样例中。使用其记录功率被设定到 11mW 的激光束将其间距是 400 纳米（标记长度是 200 纳米）的记录标记串记录在该样例中，并使用低分辨率拾取头和其读出功率被设定到 4mW 的激光束再现该记录标记串。结果，没有测量到再现信号的 CNR。

此外，在已经形成了记录标记串之后和使用低分辨率拾取头和其读出功率被设定到 4mW 的激光束再现记录标记串之后，紧接着在使用高分辨率拾取头和其读出功率被设定到 0.7mW 的激光束再现记录标记串时，在每种情况下获得具有 40dB 的 CNR 的再现信号。

工作实例 2-1 (具有附图 3 所示的结构的光学记录媒体和反射层 6 的效果)

通过在工作实例 1-1 中制造的光学记录盘样例的第三电介质层 33 上形成具有 10 纳米的厚度的 Ag 层或 Al 层作为反射层 6，制造每个具有在附图 3 中所示的结构的样例。通过在 Ar 的环境气体中使用 Ag 靶或 Al 靶通过溅射处理形成 Ag 层或 Al 层。

使用其记录功率被设定到 10mW 的激光束将其间距是 400 纳米至 1.6 微米（标记长度是 200 至 800 纳米）的记录标记串记录在每个样例中，使用低分辨率拾取头和其读出功率被设定到 4mW 的激光束再现记录标记串。记录标记串的再现结果在附图 12 中示出。在此，从没有反射层 6 的样例中得出的记录标记串的再现结果也在附图 12 中示出。

从附图 12 中可以看出，通过提供反射层 6 增加具有大于分辨率

极限的尺寸的记录标记的 CNR。

工作实例 2-2 (具有附图 2 所示的结构的光学记录媒体和基于反射层 6 的厚度的比较)

除了反射层 6 被形成为具有在附图 13 中所示的厚度之外, 以与在工作实例 2-1 的方式相同的方式制造每个具有在附图 3 中所示的结构的样例。在每个样例中使用其记录功率被设定它的最佳功率的激光束记录其间距是 200 纳米 (标记长度是 200 纳米) 的记录标记串, 并使用低分辨率拾取头和其读出功率被设定到 4mW 的激光束再现该记录标记串。记录标记串的再现结果在附图 13 中示出。

从附图 13 中可以看出, 根据超分辨率极限再现的原理再现的信号的 CNR 随反射层 6 变得更厚而降低。

工作实例 3 (具有附图 4 所示的结构的光学记录媒体和沉淀活化层 7 的效果)

通过形成 5 纳米厚的氮化硅层作为在工作实例 1-1 中制造的光学记录盘样例的贵金属氧化物层 4 和第一电介质层 31 之间的沉淀活化层 7, 制造具有在附图 4 中所示的结构的样例。在其流率比是 8: 2 的 Ar 和 N₂ 的混合气体中使用 Si 靶通过溅射处理形成氮化硅层。氮化硅层的组分是 Si₃N₄。

使用其记录功率被设定到 10mW 的激光束记录其间距是 400 纳米 (标记长度是 200 纳米) 的记录标记串, 然后使用低分辨率拾取头再现该记录标记串。结果, 在使用其读出功率被设定到 3mW 的激光束时, 获得了具有 35dB 的最大 CNR 的再现信号。由于在工作实例 1-1 中制造的样例中获得具有最大 CNR 的再现信号的激光束的读出功率是 4mW, 因此可以理解, 通过提供沉淀活化层 7 增加了再现灵敏度。

工作实例 4 (具有附图 5 所示的结构的光学记录媒体, 其中不提供光吸收层 5)

如附图 5 所示, 制造每个具有衬底 2、第一电介质层 31、贵金属氧化物层 4 和第二电介质层 32 的多层结构的光学记录盘样例。这些样例中的每个具有通过从在工作实例 1-1 的实例中删除光吸收层 5 和第

三电介质层 33 获得的结构。然而，形成贵金属氧化物层 4 以使其具有 18 纳米或 60 纳米的厚度。

使用其记录功率被设定 5 至 14mW 的激光束将其间距是 400 纳米（标记长度是 200 纳米）的记录标记串记录在包括具有 18 纳米厚度的贵金属氧化物层 4 的样例中，使用低分辨率拾取头和其读出功率被设置到 4mW 的激光束再现记录标记串。结果，没有测量到再现信号的 CNR。在另一方面，在使用其记录功率被设定 14mW 的激光束将其间距是 1.6 微米（标记长度是 800 纳米）的记录标记串记录在这个样例中以及使用其读出功率被设置到 4mW 的激光束再现记录标记串时，获得了 34dB 的 CNR 的再现信号。

此外，使用其记录功率被设定到 7mW 将其间距是 400 纳米（标记长度是 200 纳米）的记录标记串记录在包括具有 60 纳米的厚度的贵金属氧化物层 4 的样例中，以及使用低分辨率拾取头和其读出功率被设定到 4mW 的激光束再现记录标记串。结果，获得了具有 12dB 的 CNR 的再现信号。在另一方面，在使用其记录功率被设定到 7mW 将其间距是 1.6 微米（标记长度是 800 纳米）的记录标记串记录在这个样例中以及使用其读出功率被设定到 4mW 的激光束再现记录标记串时。结果，获得了具有 33dB 的 CNR 的再现信号。

这些结果表明，即使在没有提供光吸收层的情况下，通过正常的再现方法仍然可以记录和再现数据。因此，可以理解的是，贵金属氧化物层 4 本身用作记录层。

然而，在包括具有 18 纳米厚的贵金属氧化物层 4 的样例中，根据超分辨率极限再现的原理不能再现其间距是 400 纳米（标记长度是 200 纳米）的记录标记串，可以认为，上述的机理不起作用。在另一方面，在包括具有 60 纳米的厚度的贵金属氧化物层 4 的样例中，虽然再现信号的 CNR 较低，但是根据超分辨率极限再现的原理仍然可以再现记录标记串。

合理地推测为什么根据超分辨率极限再现的原理不能测量再现信号的 CNR 或者根据超分辨率极限再现的原理再现的信号的 CNR 较

低的原因如下。首先，可以认为，由于数据可以通过正常的再现方法再现，因此在记录数据时贵金属氧化物层4吸收激光束并被加热，由此将AgOx分解为Ag和O₂以形成记录标记。然而，可以认为，由于在已经记录数据之后在贵金属氧化物层4中几乎不存在AgOx并且在该媒体中没有能够吸收激光束的层，因此即使将再现数据的激光束辐射到该媒体上，贵金属氧化物层4的温度仍然不能充分地增加，并且几乎没有沉积Ag颗粒或者没有沉积足够量的Ag颗粒。相反，合理地推测在贵金属氧化物层4被形成得更厚时根据超分辨率极限再现的原理能够再现数据的原因在于在贵金属氧化物层4中吸收的光量变大。

图1

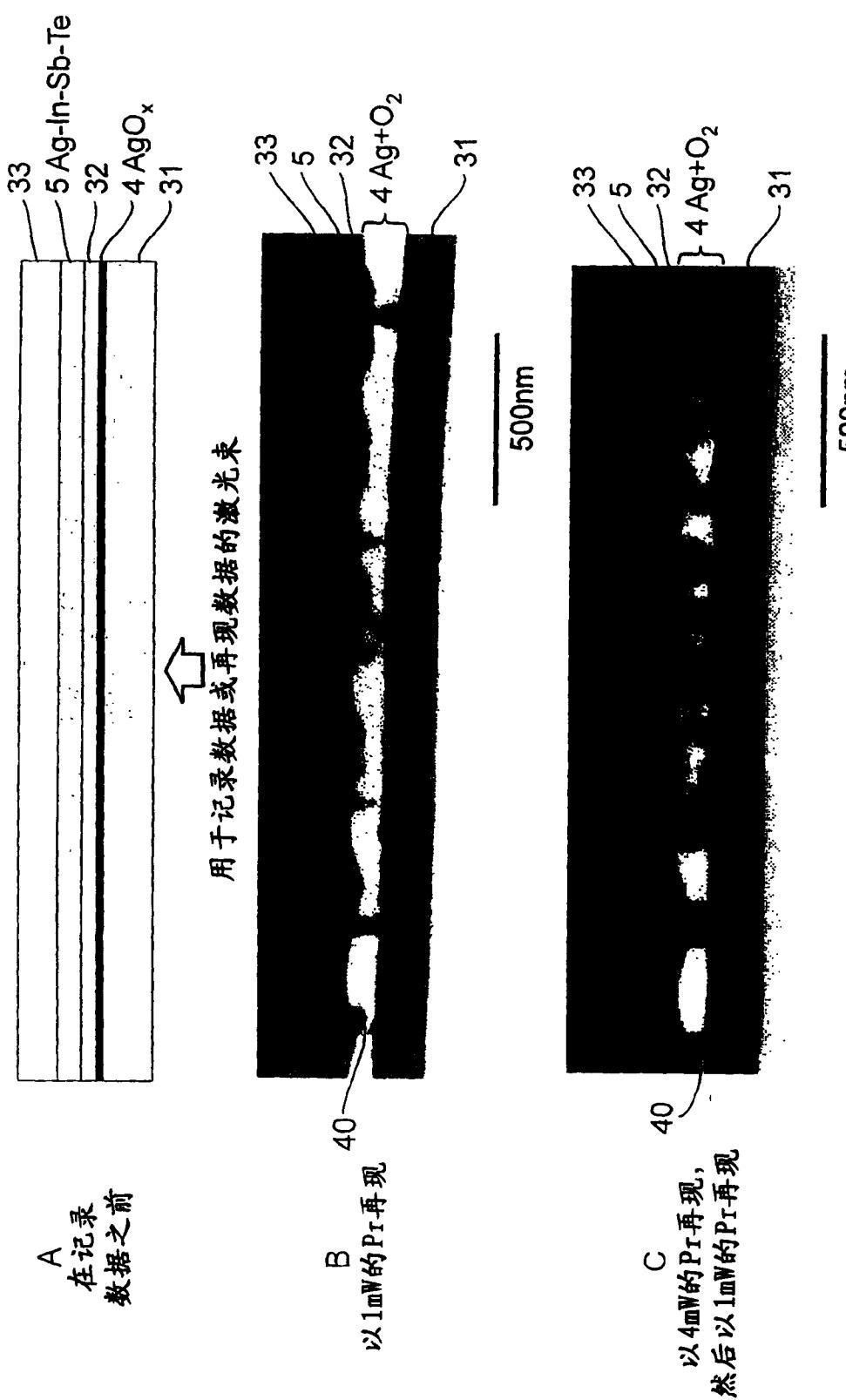


图 2

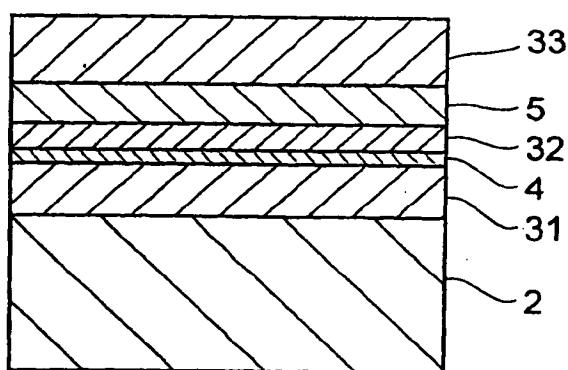


图 3

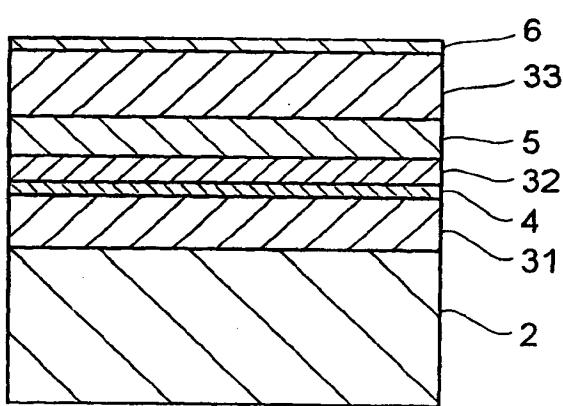


图 4

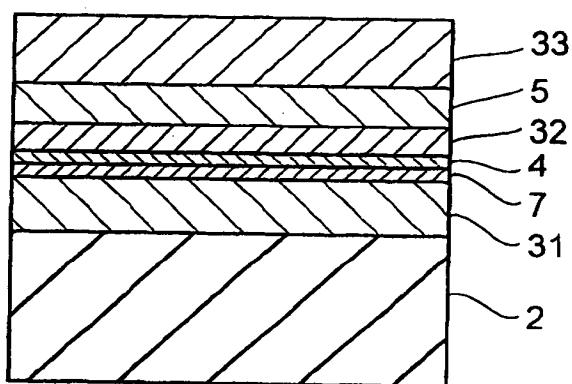


图 5

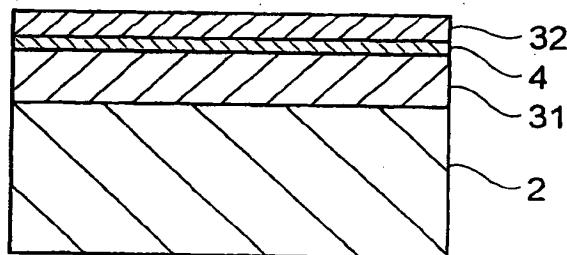


图 6

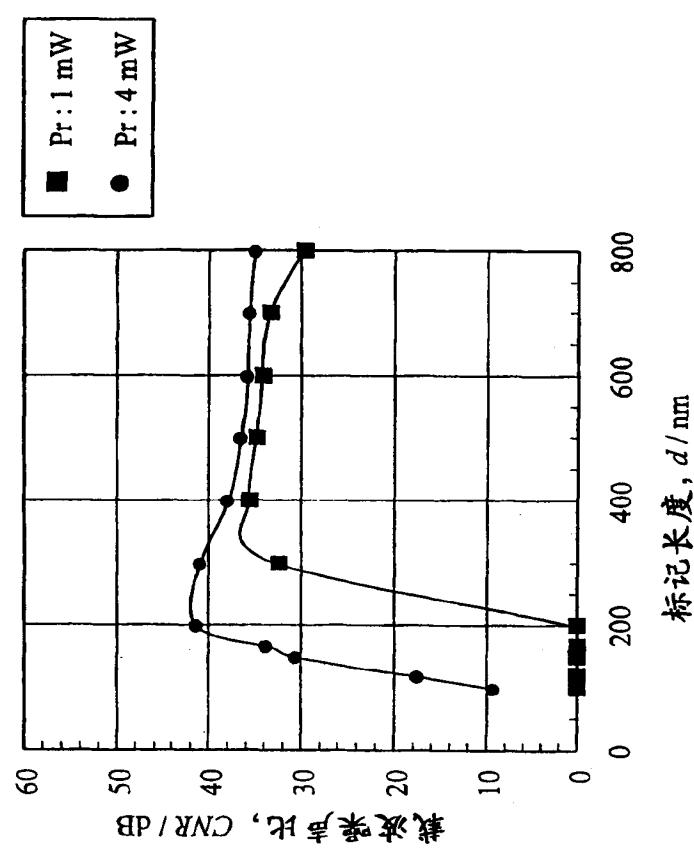


图 7

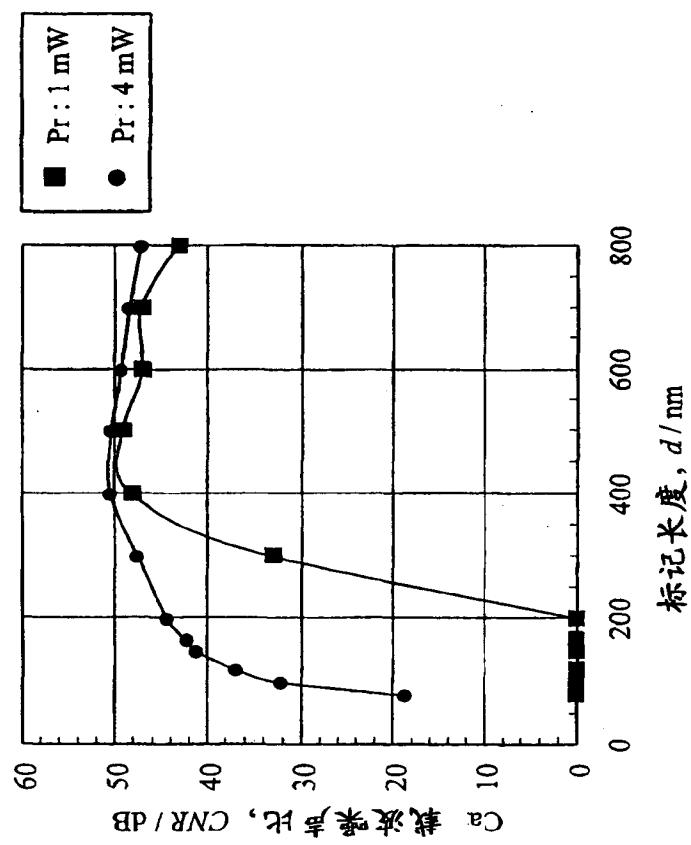


图 8

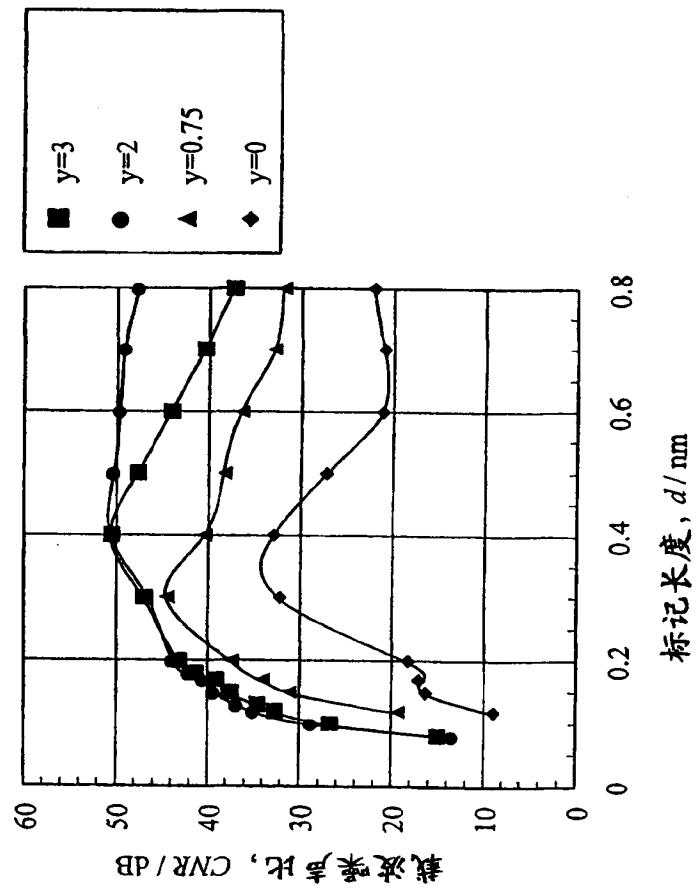


图 9

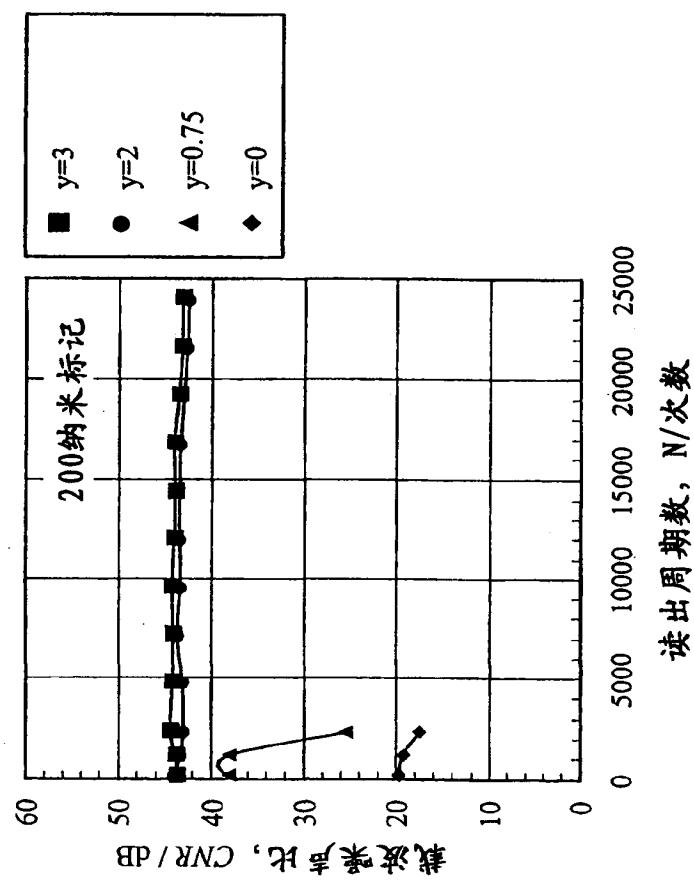


图 10

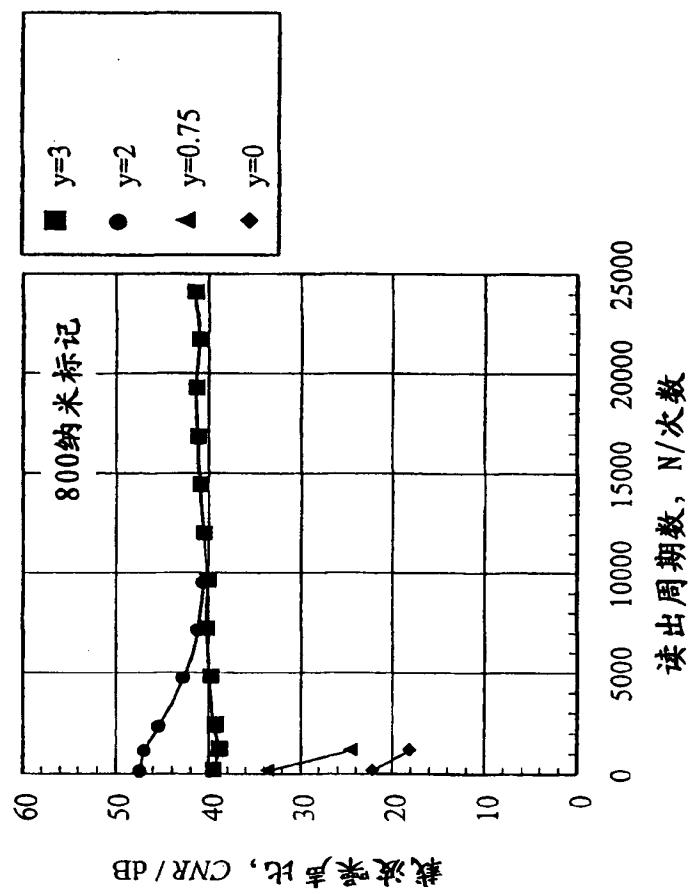


图 11

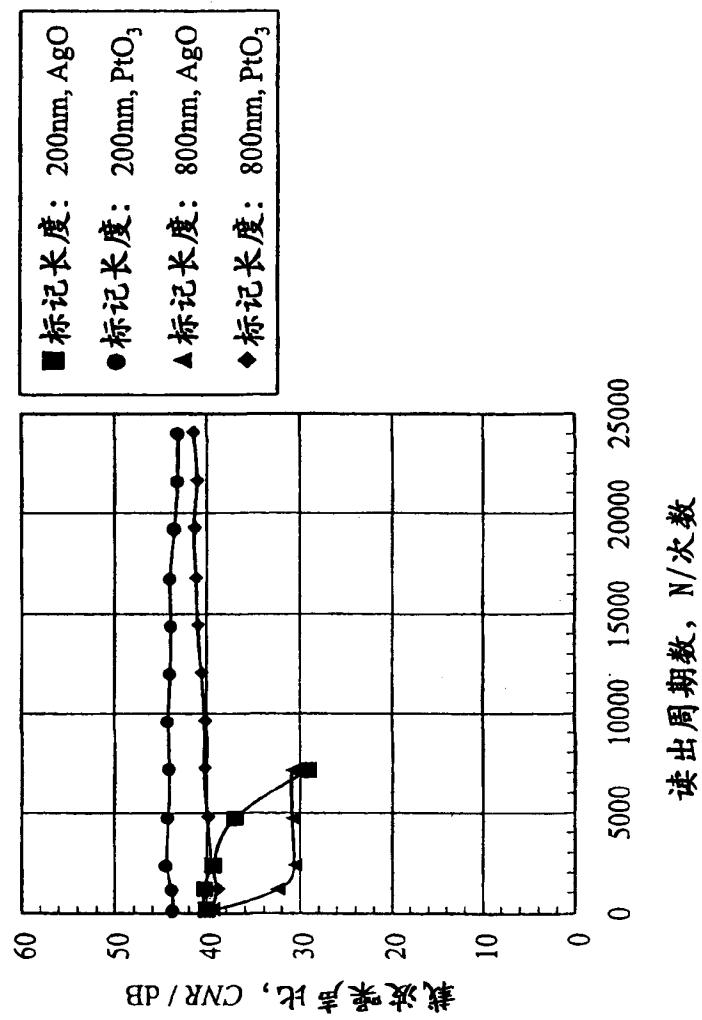


图 12

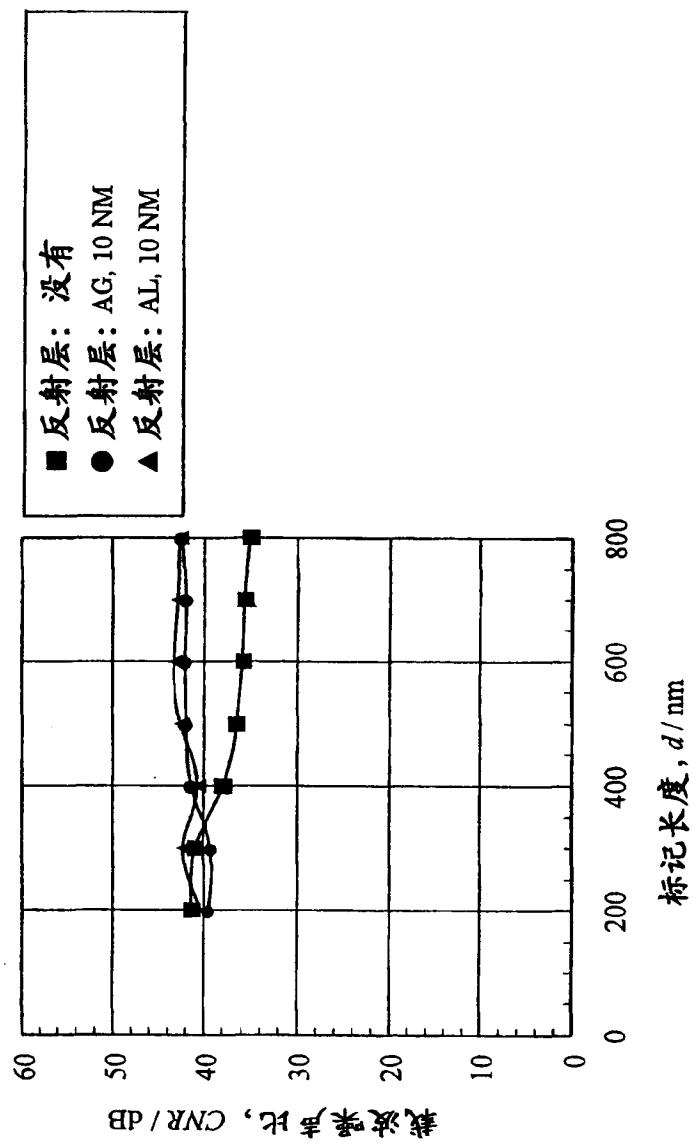


图 13

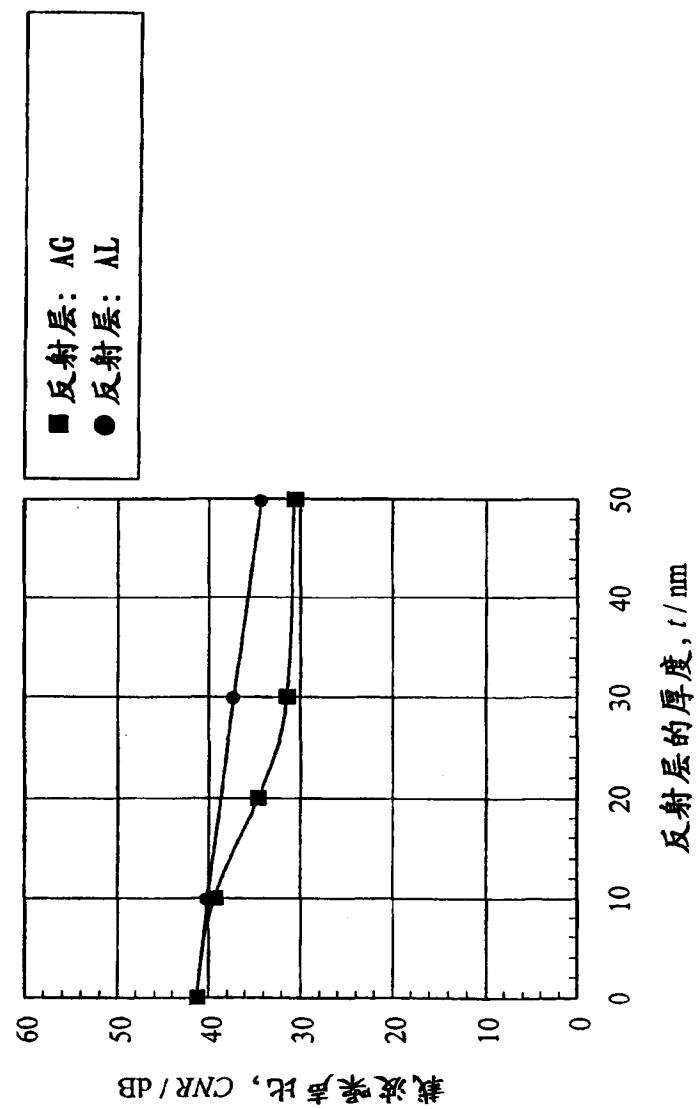


图 14

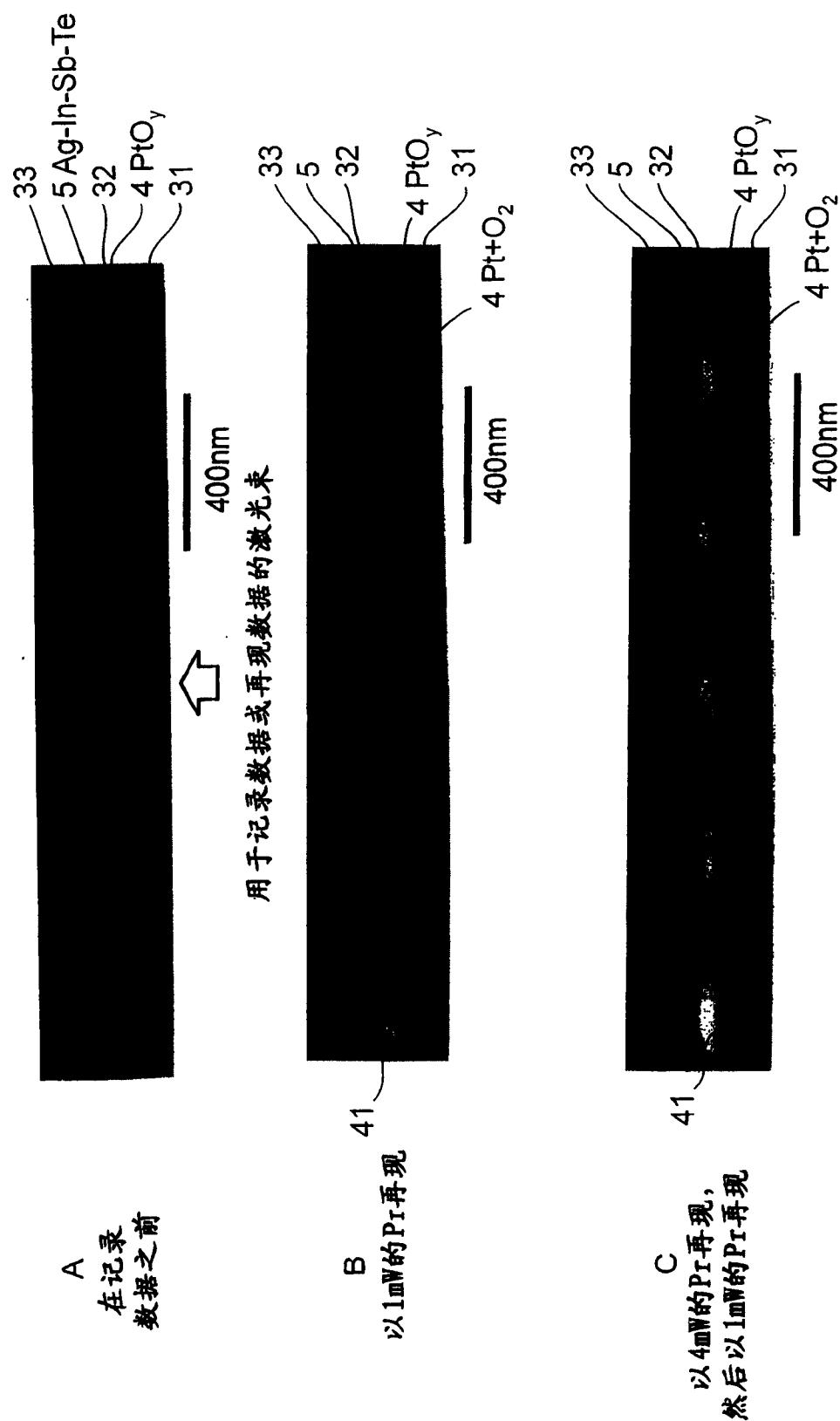


图 15

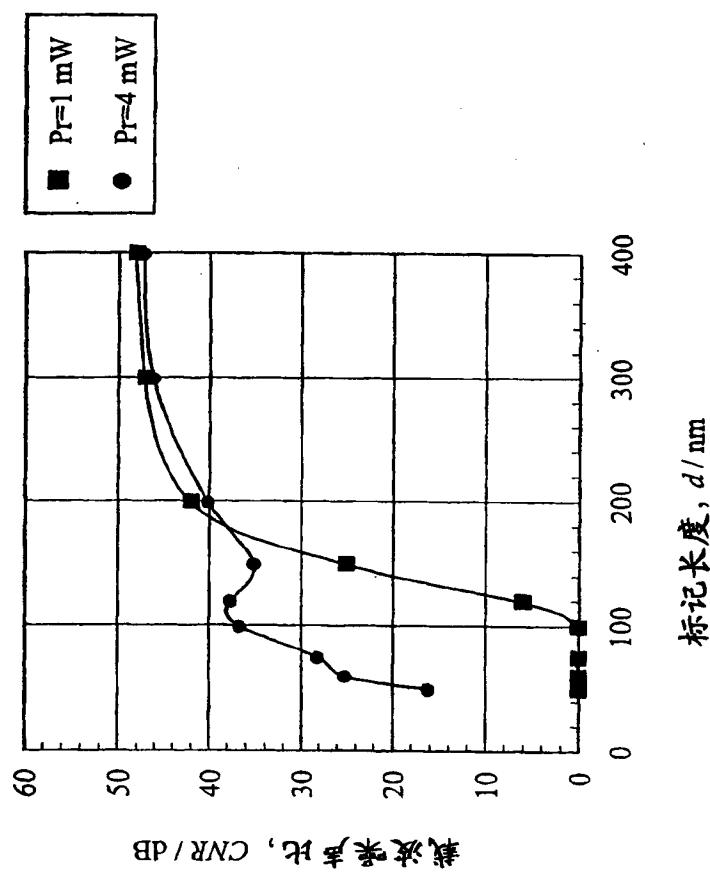


图 16

